动 物 学 研 究 2006, Apr. 27 (2): 144－150 CN 53－1040/Q ISSN 0254－5853
Zoological Research

上海崇明东滩堤内次生人工湿地鸟类冬春季生境选择的因子分析

葛振鸣，王天厚*，周 晓，赵 平，施文彧
（华东师范大学 生命科学学院 上海市城市化生态过程与生态恢复重点实验室，上海 200062）

摘要：2004 年 12 月—2005 年 5 月，对上海崇明东滩 98 海堤内 200 hm^2 次生人工湿地进行鸟类调查，在冬季统计到鸟类 8 目 15 科 56 种，以游、涉禽为主；在春季统计到鸟类 10 目 19 科 55 种，以涉禽为主。运用多元回归对鸟类种类数、数量、物种多样性、均匀性指数和科属多样性等群落特征以及调查样点内水位、水面积、植被盖度、底栖动物密度、鱼类捕捞和人类干扰等环境因子进行鸟类生境选择分析。回归模型显示冬季鸟类种类数与植被盖度呈显著正相关，鸟类数量、物种多样性、科属多样性等群落特征与水位高低、水面积比例以及鱼类捕捞强度等有关，底栖动物密度影响鸟类均匀度和数量；春季鸟类数量与鱼塘的水面积呈正相关，而种类和数量与水位呈显著负相关，物种多样性和均匀性明显受水位、水面积和植被盖度影响，鸟类科属多样性与底栖动物密度呈显著相关，捕捞状况对春季鸟类群落影响不大。

关键词：崇明东滩；次生人工湿地；鸟类群落；生境选择
中图分类号：Q959.708；Q958.12 **文献标识码**：A **文章编号**：0254－5853（2006）02－0144－07

Factor-analysis on Habitat-selection of the Avian Community at the Artificial Wetlands Behind the Chongming Dongtan Seawall During Winter and Spring

GE Zhen-ming, WANG Tian-hou*, ZHOU Xiao, ZHAO Ping, SHI Wen-yu
(Shanghai Key Laboratory of Urban Ecology, School of Life Sciences, East China Normal University, Shanghai 200062, China)

Abstract: From December 2004 to May 2005, an avian study was undertaken in the artificial wetlands of 200-ha area behind the 1998's seawall in Chongming Dongtan, Shanghai. A total of 56 bird species of 8 orders and 15 families were counted in the winter of 2004, and the dominant species were waterbirds and shorebirds; 55 species of 10 orders and 19 families were counted in the spring of 2005, which were dominated by shorebirds. Meanwhile, the environmental factors including water level, water area, vegetation coverage, macrobenthos density, fishing status and human disturbance were measured quantitatively. Based on multi-regression analysis between bird community and environmental variables, the results indicated that in winter, the vegetation coverage positively correlated with bird species abundance; the water level, water area and fishing status impacted on the bird number and diversity of species, genus and family; and the macrobenthos density affected the number and evenness of birds. In spring, the water area had positive relationship with bird species abundance, but the water level became a negative factor on the bird species abundance and number; the birds species diversity and evenness were affected by water level, water area and vegetation coverage; macrobenthos density correlated with bird diversity positively. The research could not prove that the fishing activities produced a significant impact on the bird community.

Key words: Chongming Dongtan; Artificial wetlands; Avian community; Habitat selection

---

* 收稿日期：2005－10－31；接受日期：2006－02－16
基金项目：上海市科委重大课题（05DZ12005、04DZ19303）；上海市科委重点实验室建设基金（05DZ22328）；国家“十五”“211 工程”重点学科建设项目（生态学）基金资助项目
* 通讯作者（Corresponding author），Tel：021－62233012，Fax：021－62233754，E-mail：thwang@bio.ecnu.edu.cn
第一作者简介：葛振鸣（1979－），男，博士生，主要从事湿地生态学研究。

保护生物学的首要工作就是鉴别不同地区的生物丰富度来判断不同地区的相对重要性，从而确定优先实施物种保护的区域和建立物种保护的各项措施（Sutherland，2000）。崇明东滩国家级鸟类自然保护区由于地处长江入海口，位于东亚—澳大利亚鸟类迁徙路线的中部（Minton，1982；Wilson & Barter，1998），其良好的生态环境及丰富的食物资源吸引了大量的迁徙鸟类在此停息、越冬，其中转站作用对于鸟类完成生活史有着重要意义。近年来，随着围垦的加重，迁徙水鸟在崇明东滩的栖息、逗留和越冬面临着栖息地缩小的困境（Xie et al，2004）。

保护区堤内主要开发为鱼、蟹养殖塘等人工次生湿地，但作为保护区的缓冲部分，对鸟类的栖息仍起着重要作用，尤其是世界种群数量极少的白头鹤（*Grus monacha*）和黑脸琵鹭（*Platalea minor*）都在堤内鱼塘出现（Shanghai Agriculture and Forestry Administration，2002，2004），应成为保护的重点。基于上海市政府从湿地保护和土地合理利用的意向，人工次生湿地生态系统的恢复和重建将是湿地管理的重中之重，而了解不同生境的物种分布及规律是首要工作。

鸟类作为湿地生态系统中的重要组成部分，生境的异质性是影响群落的重要因子，水鸟的迁徙性及对湿地的依赖性，决定了它们对环境的敏感程度（Farmer et al，1997；Haig et al，1998），故我们在1998年围垦的大堤内开展鸟类分布与栖息状况的研究，其研究结果可为湿地恢复工程提供鸟类栖息地选择的基础资料，进而为湿地恢复和重建工程中人与自然协调发展提供理论依据。

1　研究地点和方法

1.1　研究地点

春秋两季是涉禽（主要是鸻鹬类）迁徙季节，而春季迁徙候鸟的数量和种类远大于秋季（Wang & Qian，1988；Ma et al，2002），同时，冬季鸟类群落结构较稳定，数量和种类较多（Huang et al，1993；Zhao et al，2003），所以我们在2004年12月至2005年1月（冬季）和2005年3月至5月（春季）进行鸟类调查，每月调查10天左右。研究地点选择在靠近保护区核心区附近的东滩98海堤内次生人工湿地，该区域均为鱼塘–芦苇区，总面积为10.7 km^2（Shanghai Agriculture and Forestry Administration，2004）。我们在最邻近核心区的人工湿地内选择4个样方，每个样方面积为1 000 m × 5 00 m，具体方位为（A）31°28′53.0″N，121°55′28.8″E；（B）31°29′65.2″N，121°55′50.7″E；（C）31°30′23.7″N，121°56′16.6″E；（D）31°30′94.1″N，121°56′38.1″E。选样时充分考虑水位、水面积、植被盖度、鱼类捕捞和人类干扰因素的典型性，以便对鸟类群落分布进行有效分析。

1.2　研究方法

1.2.1　鸟类调查　采用样点法，在每个样方上定点定时（调查时间为清晨至上午，约4 h）调查鸟类数量，统计在该样方栖息或下落的水鸟数量，飞过的鸟类不计算在内。同时对各个样方的环境指标进行记录。器械为双筒望远镜（8倍）两台、单筒望远镜（16 ~ 52倍）一台、GPS一台、测距仪一台；《鸟类野外鉴定手册》（Mackinnon et al，2000）等。数量较大的群体采取“集团统计法”（Howes & Bakewell，1989），即将水禽分成不同的小集团，每个集团可以为10、100、1 000只水禽（根据群数大小而定），根据对集团数的统计推算鸟类的总数以及群体中各种类所占的百分比。针对调查中有重复的鸟类数据，我们采用最大值保留法（Howes & Bakewell，1989），即从数次调查的同种鸟类统计数值中保留最大值代表该鸟类的数量。根据常规的鸟类群落优势度划分的方法，我们将种群数量超过鸟类群落总数10%的种群定为优势种。

鸟类群落特征共统计种类、数量、Shannon-Weiner（H'）多样性指数（Ma，1994）、Pielou（E'）均匀度指数（Pielou，1975）和 G-F（科–属多样性）指数（Jiang & Ji，1999）。同时使用Shannon-Weiner指数和 G-F 指数，可更为全面地反映群落生态特征多样性（Zhang et al，2002）。

1.2.2　栖息地环境因子调查　在调查样方内对塘内水位高度、水面积比例、植被盖度、底栖动物密度、鱼类捕捞、人类干扰性6个环境因子进行评估。其中，水位高度：样方内各鱼塘水位平均高度。水面积比例：调查样方内水体面积占样方总面积的比例。植被盖度：芦苇的相对盖度。底栖动物密度：在每个样方设15个采样点，每个采样点设置50 cm × 50 cm样方一块，用铁铲挖取土样，用40目筛子分离底栖动物，统计大致数量。鱼类捕

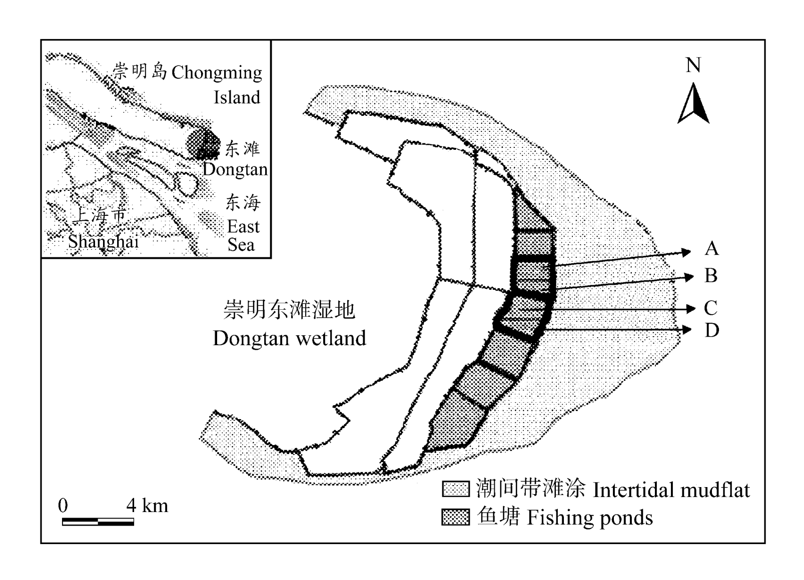


图 1 人工次生湿地研究区域

Fig. 1 Location of the study area

A、B、C、D 样点为 1998 年的大堤内鱼塘［Four blocks of artificial wetlands（fishing ponds）were selected as representatives of study area］。

捞：根据调查的鱼塘捕捞情况，分为 3 个等级：（3）尚未捕捞，还剩有较多的鱼类；（2）经过捕捞，只留有较少的鱼类；（1）已经捕捞完毕，基本无鱼类。等级越高，说明所调查区域鱼类的丰富度越高。人类干扰性：根据调查的鱼塘开放性，分为3个等级：（3）封闭性鱼塘，鱼塘被铁丝网围住，外人不可进入；（2）半开放性鱼塘，人类活动较少；（1）开放性鱼塘，人员可以随意进出。等级越高，则人类干扰性越小。

1.2.3 数据统计 在堤内人工湿地区，将鸟类调查与相应环境结合，进行多元回归分析，使用Stepwise（梯度分析）法，无法建立梯度模型的就使用 Enter（强进入）法（Lu，2000）。依此进行鸟类群落特征与环境影响因子进行分析，建立适合鸟类栖息的最佳生境模型。统计工作在 SPSS11.0 软件包上完成。

2 结 果

2.1 鸟类群落结构与分布特征评价

冬季调查共计鸟类 8 目 15 科 56 种，8 226 只，其中游、涉禽占总数量的 99.42%（表 1）。样方 A 鸟类数量最少，优势种类为白鹭（*Egretta garzetta*）、环颈鸻（*Charadrius alexandrinus*）和黑腹滨鹬（*Calidris alpina*），物种多样性（H'）较高，但科属多样性（*G-F* 指数）最低，说明鸟类只分布在少数几个科里；样方 B 的鸟类数量最多，优势种为斑嘴鸭（*Anas poecilorhyncha*）和绿翅鸭（*Anas crecca*）等游禽为主，物种多样性和 *G-F* 指数较高；样方 C 和样方 D 的鸟类种类最多，数量、物种多样性和 *G-F* 指数也较高，样方 C 的优势种为白鹭和斑嘴鸭，样方 D 的优势种为白鹭和黑腹滨鹬。样方鸟类数量差异为 B、C > D > A，均匀性指数（E'）梯度为 D、A > B、C（表 2）。

春季调查共计鸟类 10 目 19 科 55 种，4 270 只，其中涉禽占总数量的 90.40%（表 1）。样方 A 鸟类种类和数量较少，优势种为鹤鹬（*Tringa erythropus*）、泽鹬（*Tringa stagnatilis*）、白腰草鹬（*Tringa ochropus*），物种多样性最高，*G-F* 指数一般；样方 B 内种类和数量最少，优势种为林鹬（*Tringa glareola*）和环颈鸻，其 *G-F* 指数较低；样方 C 的鸟类种数和数量较多，优势种为环颈鸻、鹤鹬、泽鹬和黑翅长脚鹬（*Himantopus himantopus*），但物种多样性和 *G-F* 指数最低，说明数量较多的鸟类只分布在少数几个科里；样方 D 的鸟类种类数最多，优势种为黑翅长脚鹬、青脚鹬（*Tringa nebularis*）、泽鹬、赤颈鸭（*Anas penelope*）和绿翅鸭，其物种多样性和 *G-F* 指数较高。各样方鸟类数量差异为 D、C > A > B，均匀性指数较为平均（表 2）。

2.2 人工次生湿地环境因子

在鸟类调查同时，我们对 4 个样方的环境特征进行了测算和评估，有关样方在冬、春两季不同的

表 1　2004～2005 年冬、春季崇明东滩堤内鱼塘－芦苇区鸟类调查结果

Tab. 1　Birds counted in the fish ponds－reed zone behind the seawall between winter and spring, 2004－2005

种类 Species	居留类型 Staging status	数量 Number	
		冬季 Win.	春季 Spr.
一、鸊鷉目			
（一）鸊鷉科			
1. 小鸊鷉 *Podicips ruficollis*	留	77	1
二、鹈形目			
（二）鸬鹚科			
2. 普通鸬鹚 *Phalacrocorax carbo*	旅	22	4
三、鹳形目			
（三）鹭科			
3. 牛背鹭 *Bubulcus ibis*	夏		16
4. 苍鹭 *Ardea cinerea*	留	18	3
5. 池鹭 *Ardeola bacchus*	夏		2
6. 大白鹭 *Egretta alba*	冬	24	6
7. 中白鹭 *E. intermedia*	旅		1
8. 白鹭 *E. garzetta*	夏	1 266	8
9. 黑鳽 *Dupetor flavicollis*	夏		1
10. 大麻鳽 *Botaurus stellaris*	冬	1	
11. 黄苇鳽 *Ixobrychus sinensis*	夏		1
（四）鹮科			
12. 黑脸琵鹭 *Platalea minor*	旅	1	12
四、雁形目			
（五）鸭科			
13. 鸿雁 *Anser cygnoides*	冬	124	
14. 豆雁 *A. fabalis*	旅	1	
15. 小天鹅 *Cygnus columbianus*	冬	3	
16. 翘鼻麻鸭 *Trdorna tadorna*	冬	11	
17. 针尾鸭 *Ansa acuta*	冬	66	
18. 绿翅鸭 *A. crecca*	冬	140	57
19. 罗纹鸭 *A. falcata*	冬	103	
20. 绿头鸭 *A. platyrhynchos*	冬	222	
21. 斑嘴鸭 *A. poecilorhyncha*	冬	3 782	35
22. 赤颈鸭 *A. penelope*	冬	113	134
23. 白眉鸭 *A. querquedula*	冬	3	47
24. 琵嘴鸭 *A. clypeata*	冬	50	8
25. 斑背潜鸭 *A. marila*	冬	1	
26. 鸳鸯 *Aix galericulata*	旅	3	
27. 普通秋沙鸭 *Mergus merganser*	冬	20	
28. 红胸秋沙鸭 *M. serrator*	旅	1	
五、鸡形目			
（六）雉科			
29. 鹌鹑 *Coturnix coturnix*	冬		1
六、鹤形目			
（七）鹤科			
30. 灰鹤 *Grus grus*	旅	1	
31. 白头鹤 *G. monacha*	冬	25	
（八）秧鸡科			
32. 白胸苦恶鸟 *Amaurornis phoenicurus*	夏	1	
33. 黑水鸡 *Gallinula chloropus*	留	41	2
34. 骨顶鸡 *Fulica atra*	冬	116	
七、鸻形目			
（九）鸻科			
35. 凤头麦鸡 *Vanellus vanellus*	冬	126	
36. 灰斑鸻 *Pluvialis squatarola*	旅	20	18
37. 金鸻 *P. dominica*	旅		1
38. 环颈鸻 *Charadrius alexandrinus*	旅	566	196
39. 蒙古沙鸻 *C. mongolus*	旅		2
（十）鹬科			
40. 中杓鹬 *Numenius phaeopus*	旅		268
41. 大杓鹬 *Numenius madagascariensis*	旅	24	1
42. 黑尾塍鹬 *Limosa limosa*	旅	32	
43. 鹤鹬 *Tringa erythropus*	旅	66	271
44. 红脚鹬 *T. totanus*	旅	6	3
45. 泽鹬 *T. stagnatilis*	旅	6	233
46. 白腰草鹬 *T. ochropus*	冬	1	49
47. 青脚鹬 *T. nebularis*	冬	75	102
48. 林鹬 *T. glareola*	旅	2	46
49. 矶鹬 *T. hypoleucos*	留	6	5
50. 针尾沙锥 *Gallinago stenura*	旅		11
51. 扇尾沙锥 *G. gallinago*	冬	18	23
52. 红颈滨鹬 *Calidris ruficollis*	旅		5
53. 大滨鹬 *C. tenuirostris*	旅		2 435
54. 尖尾滨鹬 *C. acuminata*	旅		2
55. 黑腹滨鹬 *Calidris alpina*	冬	261	21
（十一）反嘴鹬科			
56. 黑翅长脚鹬 *Himantopus himantopus*	旅	5	168
八、鸥形目			
（十二）鸥科			
57. 黑尾鸥 *Larus crassirostris*	冬	266	
58. 海鸥 *L. canus*	冬	16	
59. 银鸥 *L. argentatus*	冬	370	2
60. 红嘴鸥 *L. ridibundus*	冬	2	
61. 黑嘴鸥 *L. saundersi*	冬	24	
62. 白翅浮鸥 *Childonias leucoptera*	旅		1
63. 普通燕鸥 *Sterna hirundo*	旅	50	
九、佛法僧目			
（十三）翠鸟科			
64. 普通翠鸟 *Alcedo atthis*	留		1
十、雀形目			
（十四）百灵科			
65. 云雀 *Alauda arvensis*	冬		10
（十五）燕科			
66. 家燕 *Hirundo rustica*	夏		5
（十六）鹡鸰科			

（续下表）

（接上表）

种类 Species	居留类型 Staging status	数量 Number 冬季 Win.	春季 Spr.	种类 Species	居留类型 Staging status	数量 Number 冬季 Win.	春季 Spr.
67. 白鹡鸰 *Motacilla alba*	旅		2	（二十）鹟科画眉亚科			
68. 黄鹡鸰 *M. flava*	旅		1	76. 震旦鸦雀 *Paradoxornis heudei*	留	2	1
69. 水鹨 *Anthus spinoletta*	冬		1	77. 灰头鸦雀 *P. gularis*	留		2
（十七）伯劳科				（二十一）鹟科莺亚科			
70. 棕背伯劳 *Lanius schach*	留	3		78. 东方大苇莺 *Acrocephalus orientalis*	旅	3	
（十八）椋鸟科				（二十二）鹟科鹟亚科			
71. 灰椋鸟 *Sturnus cineraceus*	冬		23	79. 鸲（姬）鹟 *Ficedula mugimaki*	旅		1
72. 丝光椋鸟 *Sturnus sericeus*	留		2	（二十三）文鸟科			
73. 八哥 *Acridotheres cristatellus*	留		1	80. 麻雀 *Passer montanus*	留	17	1
（十九）鹟科鸫亚科				（二十四）雀科			
74. 北红尾鸲 *Phoenicurus auroreus*	冬	2		81. 芦鹀 *Emberiza schoeniclus*	冬	16	11
75. 红胁蓝尾鸲 *Tarsoger cuamiris*	冬	5		82. 田鹀 *E. rustica*	冬		6

环境特征见表 3。

2.3 鸟类生境选择模型

2004 年冬季崇明东滩人工次生湿地内鸟类种类、数量和均匀性指数（E'）与环境因子可以建立 Stepwise（梯度分析）多元回归模型，物种多样性指数（H'）和科－属多样性（G-F 指数）与环境因子建立 Enter（强进入）模型。2005 年春季鸟类种类、数量和科属多样性与环境因子可以建立Stepwise 多元回归模型，物种多样性指数（H'）和均匀性指数（E'）与环境因子建立 Enter 模型。模型相关性系数（r）均大于 0.9，具有统计学意义，其关键因子显著性结果见表 4。

冬季调查区域鸟类种类数与植被盖度呈显著正相关，水位、水面积比例和鱼类捕捞显著影响鸟类

表 2 2004～2005 年冬春季堤内鱼塘—芦苇区鸟类群落的样方调查统计

Tab. 2 Statistics of samples of winter/spring bird community in the fish ponds－reed zone behind the sea wall, 2004－2005

群落特征 Community characteristics	冬季样方 Win. samples A	B	C	D	春季样方 Spr. samples A	B	C	D
种类 Species	15	27	33	33	22	20	26	27
数量 Number	731	3 302	2 738	1 455	733	297	1 537	1 703
多样性指数 H'	2.967 2	2.762 9	2.800 5	3.652 7	3.578 1	3.480 2	2.921 3	3.270 0
均匀度 E'	0.759 5	0.581 1	0.555 2	0.724 1	0.761 2	0.731 9	0.655 1	0.756 6
G-F Index	0.051 8	0.525 6	0.523 5	0.499 9	0.341 3	0.300 7	0.080 1	0.694 4

表 3 冬、春季 4 个样方的相关环境因子

Tab. 3 Relative environmental factors of the samples in winter and spring

环境因子 Environmental factors	冬季样方 Win. samples A	B	C	D	春季样方 Spr. samples A	B	C	D
水位 Water level（cm）	15	100	50	20	30	50	5	10
水面积比例 Water area（%）	10	70	40	10	20	10	30	70
植被盖度 Cover（%）	10	40	40	50	20	10	25	50
底栖动物密度 Macrobenthos（ind./m^2）	5	15	15	10	100	50	20	200
鱼类捕捞 Fishing status	1	3	2	1	1	1	2	2
人类干扰性 Human disturbance	2	3	2	2	2	3	3	2

数量、鸟类多样性与科－属多样性。冬季塘内主要为雁鸭类（表 1），对水位及水面积有一定要求，植被作为人与鸟类的屏障也是比较重要的因子，底栖动物密度在样方内差异不大，但也与鸟类数量和群落均匀度相关。塘内人类干扰不大，故对鸟类影响不明显。

春季堤内鱼塘的水位与鸟类种类和数量呈显著负相关（$t_{种类} = -5.036$，$t_{数量} = -5.676$），水面积与鸟类数量呈正相关，鸟类多样性和均匀性明显受水位、水面积和植被盖度影响，鸟类科－属多样性与底栖动物密度显著相关。春季鸟类主要为鸻鹬类（表 1），其主要食物不是鱼类，所以捕捞状况对整体鸟类群落影响不大。

表 4　冬、春季鸟类群落与环境影响因子的相关显著性

Tab. 4　Significance of relationship between bird community and the relative environmental factors in winter and spring

群落特征 Community characteristics		环境因子 Environmental factors					
		水位 Water level	水面积比例 Water area	植被盖度 Coverage	底栖动物密度 Macrobenthos	鱼类捕捞 Fishing status	人类干扰性 Human disturbance
冬季 Win.	种类 Species			0.047*			
	数量 Number	0.014*	0.002**		0.035*		
	多样性指数 H'^{a}	<0.001	<0.001			<0.001	
	均匀度 E'				0.049*		
	G-F Index[a]	<0.001	<0.001			<0.001	
春季 Spr.	种类 Species	0.037*					
	数量 Number	0.030*	0.048*				
	多样性指数 H'^{a}	<0.001	<0.001	<0.001			
	均匀度 E'^{a}	<0.001	<0.001	<0.001			
	G-F Index				0.026*		

* $P<0.05$，** $P<0.01$；[a]强进入法（Enter method），$P<0.001$，相关性极显著（significant relationship）；空格（Blank）：无显著性（ns）。

3　讨　论

3.1　人工次生湿地对鸟类的重要性

长江口滨海滩涂湿地变化主要是由围垦造成的：过快的围垦速度使沿海滩涂大幅度萎缩，宽度不断变窄，使得高潮期潮水将淹没滩涂和原有的潮上坪。由于崇明东滩围垦后，海堤内被围垦的区域开发成鱼塘、蟹塘和农田等次生湿地，食物资源仍然比较丰富，具有一定的隐蔽性与抗干扰性，可以记录到白头鹤、小天鹅、黑脸琵鹭、震旦鸦雀（*Paradoxornis heudei*）和黑翅长脚鹬等珍稀鸟类（表 1）。相关研究表明，鹤类对湿地表现出不同程度的依赖，某些种类已适应于人工湿地（Harris，1994）。雁形目中的鸿雁、豆雁（*Anser fabalis*）、小天鹅等以及鹤类白天在堤外取食，晚上回到堤内鱼蟹塘歇息。对鸻鹬类的行为学研究发现，鸻鹬类的形态特征和生活习性决定其不能在过深的水域取食和栖息（Brackbil，1970；Wang et al，2003），所以在高潮期将被迫迁至附近堤内可利用滩涂（Hu & Lu，2000）。

3.2　鸟类群落及其环境影响因子

滨岸潮滩生态系统中，各种群落的生存和数量与其周围环境因子存在相互依赖、相互制约的关系，即保持一种动态平衡状态。分析本研究区域的鸟类群落的物种多样性和相关环境因子的关系表明，堤内鱼蟹塘的生境质量不尽相同，不同塘中所栖息的水鸟种类、数目、多样性等指标均有显著差别。冬季的样方 D、B、C 在鸟类群落的物种多样性和科属多样性都大于样方 A。这是由于冬季其他鱼塘的鱼类已被捕捞，水位放到最低点，而样方 D、B、C 因为鱼塘没有收获鱼类，食物资源水位保持着一定高度和面积，鱼类和底栖动物变化不大，而且塘中有成片的芦苇分布，为水禽的隐蔽提供了条件，加之鱼塘用铁丝网包围，因此样方中可见斑嘴鸭、针尾鸭（*Ansa acuta*）、绿翅鸭，多达千余只。

春季样方 D 的鸟类多样性和 G-F 指数最高，样方 A 为较高，其次为样方 B 和样方 C。经过一个冬季的修整，所有的鱼蟹塘内已积累了约 2～10 cm 不同深度的水，在一些废弃的潮沟内也积聚了一定深度的水，这又为雁鸭类、鸻鹬类和黑脸琵鹭的栖息提供了非常好的条件。与冬季一样，调查区域春季的水位、水面积比例、植被盖度、食物丰富度和人类干扰仍是影响鸟类多样性和科属多样性的重要环境指标。但由于 4 月下旬鱼蟹塘内的人工注水收鱼，以抬高鱼蟹塘的水位至平均 60～80 cm。所以很难观察到鸻鹬类、黑脸琵鹭等需要较低水位和一

定光滩面积的鸟类。

3.3 水禽栖息地最适模型及相关建议

崇明东滩既是春秋季迁徙水鸟的停歇地和中转站，又是越冬鸟类的栖息地，实际调查发现鱼蟹塘的人为排放水是导致水鸟数量差异的主要因素。冬季是养殖户收获的季节，为了更加方便地收获鱼蟹，养殖户将鱼蟹塘内的水全部排出，使整个养殖塘的底部全部裸露，并一直晒塘至第二年春季，同时，收获时人为干扰较为严重；春季为了鱼蟹养殖的需要又会放水升高水位，因此冬季优势群落雁鸭类和春季优势群落鸻鹬类均无法有效利用。所以，不同的季节水位与水面积应进行不同调整。雁鸭类栖息所需水位在100 cm以上，所以冬季在示范区内应该保持一定深度的水位，以便雁鸭类栖息和觅食。同时保留一定比例的浅水区域和光滩给部分涉禽，以增加鸟类多样性。而春季在示范区内应设置足够的浅水区（2~5 cm的浅水层），以便鸻形目鸟类的栖息和觅食（Wang et al，2002）。

鱼塘周围高大的芦苇阻挡了人类活动的干扰，呈斑块分布的芦苇为水鸟的栖息和觅食提供了安静的环境条件，同时也为一些以芦苇群落为惟一栖息地的鸟类提供了栖息场所。但是植被盖度过大不利于水鸟的水面净空间的需要,只有适宜的植被盖度才能为水鸟提供良好的栖息环境。在相对自然的大面积湿地中,食物是影响水鸟分布的最重要因子（Erwin,1993）,但这不一定适用于异质的片断化区域,而且鱼塘内资源较丰富,所以底栖动物尚未成为关键限制因子。调查中的鱼塘多采用半开放管理,没有发现较大的人类活动,较少外来人员对鸟类的直接干扰。但每年统计的非法猎鸟现象仍较严重,应该加以重视。针对以上结果分析,在崇明东滩人工湿地可以提出兼顾开发和水禽保护的利用模式。

参考文献:

Brackbil H. 1970. Shorebirds leaving the water to defecate [J]. *Auk*, **87** (1): 160 – 161.

Erwin RM. 1983. Feeding habitats of nesting wading birds: Spatial use and social influences [J]. *Auk*, **100**: 960 – 970.

Farmer AH, Parent AH. 1997. Effects of the landscape on shorebird movements at spring migrations to povers [J]. *Condor*, **99**: 698 – 707.

Haig SM, Mehlman DW, Oring LW. 1998. Avian movement and wetland connectivity in landscape conservation [J]. *Conversation Biol*, **12** (4): 749 – 758.

Harris J. 1994. Cranes, population and nature: Preserving the balance [A]. In: Higuchi H, Minton J. The Future of Cranes and Wetlands [M]. Tokyo: Wild Bird Society of Japan, 1 – 14.

Howes J, Bakewell D. 1989. Shorebird Studies Manual [M]. Kuala Lumpur: AWB Publication, **55**: 143 – 147.

Huang ZY, Sun ZH, Yu K. 1993. Bird Resources and Habitat in Shanghai [M]. Shanghai: The Publishing House of Fu Dan University. [黄正一，孙振华，虞　快. 1993. 上海鸟类资源及其生境. 上海：复旦大学出版社.]

Hu W, Lu JJ. 2000. A study of Shorebirds community structure in Sanjia Harbor in spring [J]. *J East China Normal Univ* (*Natural Science*), **4**: 106 – 109. [胡　伟，陆健健. 2000. 三甲港地区鸻形目鸟类春季群落结构研究. 华东师范大学学报（自然科学版），**4**: 106 – 109.]

Jiang ZG, Ji LQ. 1999. Avian mammalian species diversity in nine representative sites in China [J]. *Chin Biodiversity*, **7** (3): 220 – 225. [蒋志刚，纪力强. 1999. 鸟兽物种多样性测度的 *G-F* 指数方法. 生物多样性，**7**（3）: 220 – 225.]

Lu WD. 2000. Statistical Analysis of SPSS for Windows [M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 186 – 198. [卢纹岱. 2000. SPSS for Windows 统计分析. 北京：电子工业出版社，186 – 198.]

Mackinnon J, Philipps K, He FQ. 2000. The Field Notebook of China Birds [M]. Changsha: Hunan Education Publishing House. [约翰·马敬能，卡伦·菲利普斯，何芬奇. 2000. 中国鸟类野外手册. 长沙：湖南教育出版社.]

Ma KP. 1994. Measurement of Biodiversity [A]. In: Qian YQ, Ma KP. Principle and Methods of Biodiversity Studies [M]. Beijing: Chinese Scientific & Technological Press, 141 – 165. [马克平. 1994. 生物多样性的测度方法. 钱迎倩，马克平. 生物多样性研究的原理与方法. 北京：中国科学技术出版社，141 – 165.]

Ma ZJ, Jing K, Tang SM, Chen JK. 2002. Chongming Island: A less important shorebird stopover site during southward migration [J]. *Stilt*, **41**: 35 – 37.

Minton RS. 1982. Report on wader expedition to north West Australia in August/September [J] 1981. *Stilt*, **2**: 14 – 26.

Pielou EC. 1975. Ecological Diversity [M]. New York: Chapman & Hall.

Shanghai Agriculture and Forestry Administration. 2002. The report of scientific survey of the Chongming Dong Tan migratory bird nature reserve of Shanghai [R]. Shanghai: East China Normal University Publishing House. [上海市农林局. 2002. 上海市崇明东滩鸟类自然保护区科学考察集. 上海：华东师大出版社.]

Shanghai Agriculture and Forestry Administration. 2004. The Terraneous Wildlife Resources of Shanghai [M]. Shanghai: Scientific & Technical Publishers. [上海市农林局. 2004. 上海陆生野生动植物资源. 上海：上海科学技术出版社.]

Sutherland WJ. 2000. The Conversation Handbook: Reaserch, Management and Policy [M]. UK: Blackwell Science Ltd Editional Offices.

Wang TH, Qian GZ. 1988. The Waders in the Changjiang Estuary and the Hangzhou Bay [M]. Shanghai: East China Normal University Publishing House. [王天厚，钱国桢. 1988. 长江口杭州湾鸻形目鸟类. 上海：华东师范大学出版社.]

Wang TH, Wen XJ, Shi JY, Su YX, Yang LN. 2003. HSBC Wetland Management Training Manual [M]. Hong Kong: The Copyright of World Wide Fund for Nature Reserve, 86 – 89. [王天厚，文贤继，石静韵，苏毅雄，杨路年. 2003. 汇丰湿地管理培训手册. 香港：世界自然基金会，86 – 89.]

Wilson JR, Barter M. 1998. Identification of potentially important staging area for 'long jump' migratant waders in the East Asian-Australian Flyway during northward migration [J]. *Stilt*, **32**: 16 – 26.

Xie Y M, Du DC, Sun ZH, Yu WD. 2004. Shanghai Wetlands [M]. Shanghai: Science & Technology Press. [谢一民，杜德昌，孙振兴，俞伟东. 2004. 上海湿地. 上海：上海科技出版社.]

Zhang SP, Zhang ZW, Xu JL, Sun QH, Liu DP. 2002. The analysis of waterbird diversity in Tianjing [J]. *Chin Biodiversity*, **10** (3): 280 – 285. [张淑萍，张正旺，徐基良，孙全辉，刘冬平. 2002. 天津地区水鸟区系组成及多样性分析. 生物多样性，**10**（3）: 280 – 285.]

Zhao P, Yuan X, Tang SX, Wang TH. 2003. Species and habitat preference of waterbirds at the eastern end of Chongming Island (Shanghai) in winter [J]. *Zool Res*, **24** (5): 387 – 391. [赵　平，袁　晓，唐思贤，王天厚. 2003. 崇明东滩冬季水鸟的种群和生境偏好. 动物学研究，**24**（5）: 387 – 391.]